

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

**Intyg
Certificate**

Rec'd 10/524190
PCT/PTG 11 FEB 2004
PCT/SE 03/01177

REC'D 17 JUL 2003

WIPO PCT

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande *Tekniska Verken i Linköping AB, Linköping SE*
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer *0202427-1*
Patent application number

(86) Ingivningsdatum *2002-08-14*
Date of filing

Stockholm, 2003-07-09

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Sonia André
Sonia André

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

**PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN**

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

BEST AVAILABLE COPY

AWAPATENT AB

TEKNISKA VERKEN I LINKÖPING
AB

Kontor/Handläggare

Ansökningsnr

Vår referens

Växjö/Erik Simonsson/ESN

SE-2023120

1

SÄTT ATT FRAMSTÄLLA BIOGAS AV ETT ORGANISKT MATERIALTekniskt område

Föreliggande uppfinning avser ett sätt att fram-
ställa biogas genom anaerob rötning av ett organiskt
5 material.

Föreliggande uppfinning avser även en anordning för
framställning av biogas genom anaerob rötning av ett
organiskt material, vilken anordning innefattar en
förslutbar, väsentligen gastät reaktor, som har ett
10 inlopp för organiskt material och utlopp för bildad
biogas och bildat rötslam.

Teknisk bakgrund

Rötning av organiskt avfall utnyttjas vid ett fler-
15 tal processer för att minska avfallsvolymer och samtidigt
producera biogas. Vid rötningen blandas det organiska
avfallet med en bakteriekultur och rötas sedan under
anaeroba betingelser. Under rötningen bryts det organiska
avfallet ned varvid biogas, som huvudsakligen består av
20 metan och koldioxid, och rötslam bildas.

US 4,652,374 i namnet Cohen beskriver ett sätt att i
två steg röta organiskt avfall. Det fasta organiska
avfallet mals på sådant sätt att 80% har en storlek av
0,25-1,5 mm. I ett första steg sker en syrahydrolys.
25 Vätskan från det första steget avskiljs och matas till
ett andra steg där den huvudsakliga metanbildningen sker.

US 4,386,159 i namnet Kanai beskriver ett sätt att
röta organiskt avfallsmaterial med ett visst förhållande
mellan kol och kväve. Det organiska avfallsmaterialet
30 mals till en juiceliknande vätska och blandas sedan med
ett bakterieinnehållande slam i en tank. Rötningen får
sedan fortgå i tanken utan omrörning under ca 5-7 dagar.

Det är ett problem vid ovan nämnda processer att framställningen av biogas är ineffektiv och att biogasen därför blir dyr.

5 Sammanfattning av uppfinningen

Det är ett ändamål med föreliggande uppfinning att åstadkomma ett sätt att framställa biogas vid vilket sätt de ovan nämnda nackdelarna undanröjes eller väsentligt minskas och således åstadkomma ett sätt att framställa biogas på ett effektivare sätt.

10 Närmare bestämt åstadkommer uppfinningen ett sätt att framställa biogas genom anaerob rötning av ett organiskt material, vilket sätt kännetecknas av

att ett till en torrsubstanshalt av åtminstone 50 vikt% TS torkat och malt organiskt material blandas med en vätska för att bilda ett slam,

att slammet bringas i kontakt med biogasalstrande bakterier för rötning under anaeroba betingelser i en reaktor, och

20 att slammet rötas under alstring av biogas.

Uppfinningen avser även en anordning för framställning av biogas genom anaerob rötning av ett organiskt material, vilken anordning innefattar en förslutbar, väsentligen gastät reaktor, som har ett inlopp för organiskt material och utlopp för bildad biogas och bildat rötslam, vilken anordning kännetecknas av att den innefattar en förblandningstank för blandning av ett till en torrsubstanshalt av åtminstone 50 vikt% TS torkat och malt organiskt material med en vätska till ett slam och

25 en matningsledning för matning av slammet till reaktorn.

Ytterligare fördelar och kännetecken hos uppfinningen framgår av nedanstående beskrivning och de efterföljande patentkraven.

Kortfattad beskrivning av ritningarna

Uppfinningen kommer nu att beskrivas mer i detalj med hjälp av icke begränsande utföringsexempel och under hänvisning till bifogade ritningar.

5 Fig 1 visar en anordning för framställning av biogas enligt en första utföringsform av uppfinningen.

Fig 2 visar en anordning för framställning av biogas enligt en andra utföringsform av uppfinningen.

10 Fig 3 visar en anordning för framställning av biogas enligt en tredje utföringsform av uppfinningen.

Fig 4 visar en anordning för framställning av biogas enligt en fjärde utföringsform uppfinningen.

Fig 5 visar schematiskt en anordning som använts vid exemplifierande röttningsförsök.

15 Fig 6 visar produktion av biogas per ton VS och dygn i ett första exemplifierande försök.

Fig 7 visar de halter av flyktiga fettsyror som uppmätts vid det första exemplifierande försöket.

20 Fig 8 visar produktion av biogas per ton VS och dygn i ett andra exemplifierande försök.

Fig 9 visar produktion av biogas per ton VS och dygn i ett tredje exemplifierande försök.

Detaljerad beskrivning av uppfinningen

25 I föreliggande ansökan avser enheten "vikt% TS" ett materials torrsubstanshalt. Torrsubstansen för ett material mäts enligt svensk standard SS 02 81 13 genom att materialet vägs före mätningen och sedan värms vid 30 105°C i 20 timmar så att vatten avgår. Materialet vägs sedan åter. Torrsubstanshalten i vikt% TS beräknas sedan genom:

$$\text{vikt\% TS} = \frac{\text{vikt efter värming till } 105^{\circ}\text{C}}{\text{vikt före värming}} \cdot 100 \%$$

Exempelvis avser 90 vikt% TS ett material där 90% av materialets ursprungsvikt återstår efter det att materialet värmts till 105°C under 20 h.

I föreliggande ansökan avser enheten "vikt% VS" ett materials halt av flyktigt organiskt material, nedan kallat VS-halten. För att bestämma VS-halten bestäms först materialets torrsubstans och därefter dess glödningsrest. Glödningsresten kan bestämmas i enlighet med svensk standard SS 02 81 13 genom att ett material som indunstats vid 105°C i 20 h enligt ovan glödgas i 2 h vid 550°C. VS-halten, där VS står för Volatile Solids, avser i föreliggande ansökan materialets torra vikt, dvs vikten efter indunstning vid 105°C i 20 h, minskat med glödningsresten och därefter delat med materialets torra vikt, dvs vikten efter indunstning vid 105°C i 20 h. Materialets VS-halt i vikt% VS beräknas således som:

$$\text{vikt\% VS} = \frac{\text{vikt efter } 105^{\circ}\text{C} - \text{vikt efter } 550^{\circ}\text{C}}{\text{vikt efter } 105^{\circ}\text{C}} \cdot 100 \%$$

Exempelvis avser en VS-halt av 85 vikt% VS att 85% av materialets torra vikt, dvs av materialets vikt efter värming till 105°C i 20 h, utgörs av organiska, flyktiga föreningar medan 15% utgörs av glödningsrest.

Enheter "g VS per dygn" avser i analogi med enheten vikt% VS en mängd flyktigt organiskt material i gram per dygn enligt ovan. Den mängd flyktigt organiskt material som tillförs reaktorn, dvs g VS, bestämmer hur mycket biogas som kan bildas eftersom biogasen bildas ur det flyktiga organiska materialet (och ej ur glödningsresten eller vatteninnehållet).

Med "utrötningsgrad" avses i föreliggande ansökan den andel av ett till en röttningsreaktor infört material som omvandlas till biogas i røtkammaren. Om exempelvis 10 g VS per dygn tillförs en reaktor i form av røtbart material och det røtslam som avlägsnas från reaktorn

innehåller motsvarande 2 g VS per dygn är utrötningsgraden 80%. De bakterier som bortföres med avlägsnat röttslam innehåller en del g VS varför 100% utrötningsgrad enligt ovanstående definition inte kan uppnås i praktiken.

5 tiken.

Vid uppfinningen rötas ett torkat och malt organiskt material i kontakt med biogasalstrande bakterier för att framställa biogas. Det torkade och malda organiska materialet ökar produktionen av biogas och gör att en viss mängd biogas kan framställas i en mindre reaktor än vad som tidigare varit möjligt. Således kan biogas framställas till en lägre kostnad med hjälp av föreliggande uppfinning.

15 Ett föredraget exempel på organiskt material som är lämpligt att utnyttja vid föreliggande uppfinning är grönmassa. Med grönmassa avses i föreliggande uppfinning växter, som är av den typ som utnyttjar fotosyntes för uppbyggnad av växtmassan. Grönmassan kan med fördel
20 utgöras av olika lantbruksprodukter såsom ensilage, halm, spannmål, spannmålsrens, ryps, raps, sockerbetor, rovor, majs, solrosor, kål, potatis, melass, ärtor, bönor, linser, lin samt vallväxter, såsom lusern, gräs och klöver. Lantbruksprodukter är ofta tillgängliga i stora
25 mängder och har ofta stort energiinnehåll. Dessutom har lantbruksprodukterna ofta ett innehåll av spårämnen som gör att det alstrade röttslammet är mycket lämpligt att utnyttja som gödselmedel på åkermark. En ytterligare fördel med de ovan nämnda lantbruksprodukterna är att de
30 inte innehåller några harmfula bakterier. Således kan den uppvärmning till åtminstone 70°C under minst 1 h, kallad hygienisering, som är nödvändig vid exempelvis hushållsavfall och slakteriavfall, undvikas med minskade produktionskostnader som följd. Även produkter, såsom
35 gräsklipp, våghalm, naturslätter och löv, som normalt uppstår vid kommunal verksamhet kan utnyttjas vid rötningen.

Det organiska materialet torkas före rötningen. Många av de ovan nämnda exemplen på grönmassa har en torrsubstanshalt av endast 15-35 vikt% TS. Torkningen av grönmassan har flera fördelar. Förutom att rötningen i

5 reaktorn blir effektivare blir det även enklare att transportera och lagra grönmassan. Således kan grönmassan skördas och torkas vid en tidpunkt på året när tillgången på grönmassa är god för att sedan rötas under en utsträckt tidsperiod. Den torkade grönmassan är också

10 betydligt billigare att transportera eftersom en stor mängd vatten har avlägsnats.

Grönmassan bör torkas till en torrhalt av åtminstone 50 vikt% TS. En torkning till åtminstone 70 vikt% TS, än mer föredraget åtminstone 80 vikt% TS, har visat sig ge

15 en än effektivare rötning i reaktorn och minskar den mängd vatten som tillförs reaktorn.

Rötningen i rötkammaren får störst effektivitet om det organiska materialet mals innan det införs i rötkammaren. Malningen gör materialet mer tillgängligt för

20 de biogasalstrande bakterierna och påskyndar därmed rötningen. Grönmassa kan malas före ovan nämnda torkning. En sådan malning av ett "blött" material är dock ganska svår att utföra och resulterar ofta, i synnerhet vid grönmassor med låg torrsubstanshalt, i en svårhanterlig

25 slurry. Av detta skäl är det ofta föredraget att först torka grönmassan och sedan mala den till önskad storlek. En lämplig storlek på det malda materialet ur rötningssynvinkel har visat sig vara ca 0,5-3 mm, dvs huvuddelen, åtminstone ca 80 vikt%, av materialet bör ha en storlek i

30 detta intervall efter malningen. En malning till mindre storlekar, tex under 0,1 mm, ökar problemen med damning och ökar energiförbrukningen vid malningen utan att rötningen blir väsentligt snabbare. Vid större storlekar på det malda materialet, såsom storlekar större än 5 mm,

35 blir rötningförloppet långsammare vilket innebär att en större reaktor krävs. I vissa fall, vid exempelvis kompakta grönmassor som potatis, sockerbeter och kål, är

Patentförordningen
SFS:2010:14
Förordningen

7

det lämpligt att skära grönmassan i flingor, exempelvis flingor med en storlek av 10-30 mm, innan grönmassan torkas för åstadkommande av bästa effektivitet i torkningsprocessen. Ett exempel på en typ av tork som är
5 lämplig för torkning av grönmassa är roterugn.

Det har visat sig särskilt lämpligt att pelletera den torkade grönmassan efter torkningen. Pelleteringens överför den torkade grönmassan i en form som är lätt att hantera och transportera. Sålunda kan grönmassa torkas
10 och pelleteras lokalt och transporteras till storskaliga regionala anläggningar för framställning av biogas. En ytterligare fördel är att olika typer av pelleterade grönmassor enkelt kan doseras i önskat inbördes förhållande till reaktorn för åstadkommande av en kemisk
15 sammansättning i reaktorn som ger de biogasalstrande bakterierna goda förutsättningar för tillväxt. Således kan pelleterade grönmassor med olika innehåll av mineraler, såsom fosfor och kalium, blandas på sådant sätt att optimala förhållanden för bakterierna åstad-
20 kommes och att ett röt slam med lämplig sammansättning för återföring till lantbruket erhålles. Vid användning av pelleterade grönmassor är det föredraget att mala pelleten innan den införs i reaktorn. Vid själva pelleteringens åstadkommes en viss kompaktering av den
25 torkade grönmassan. Malningen gör det pelleterade materialet mer tillgängligt för de biogasalstrande bakterierna och ökar rötningshastigheten. Då det pelleterade materialet ofta har malts redan före själva pelleteringens kan en kvarn för malning av pellets göras
30 relativt enkel. De ovan angivna storleksintervallen för malning av det torkade organiska materialet gäller även för malning av pellets.

Då det torkade och malda organiska materialet skall införas i en reaktor blandas materialet med en vätska
35 till ett slam. Slammet kan alstras på ett flertal olika sätt. Ett föredraget sätt att alstra ett slam är att blanda det torkade och malda organiska materialet med

vatten, exempelvis vattenledningsvatten, sjövattnen, kondensat, renat avloppsvatten eller någon annan vatten-innehållande vätska som ur biogasproduktionshänseende är lämplig för att tillföras reaktorn. Således kan även

5 vatteninnehållande vätskor som har lågt värde, eller är att betrakta som avfall, utnyttjas för framställning av slammet. Enligt detta sätt blandas malt material med vatten i en förblandningstank, som är försedd med en kraftig omrörare som arbetar vid ett lågt varvtal.

10 Förblandningstanken minskar risken för att luft oavsiktligt införs i reaktorn och gör det enklare att hålla kontroll på den mängd material som införs i reaktorn. Förblandningstanken ger även en vätning av det torkade organiska materialet, vilket medför att rötningen

15 börjar snabbare i reaktorn. Ett styrsystem utnyttjas för att åstadkomma önskad torrsubstanshalt på slammet i förblandningstanken. Lämpligen utnyttjas ett satsvis förfarande för blandningen av slammet. Uppehållstiden i förblandningstanken är lämpligen relativt kort, ca 5-50

20 minuter. I vissa fall kan dock även kontinuerliga förfaranden utnyttjas. Det är önskvärt att inte införa stora mängder vatten i reaktorn eftersom uppehållstiden och därmed utröttningsgraden då minskar. En liten mängd tillfört vatten medför även en låg kostnad för värmning

25 av tillfört vatten till önskad rötningstemperatur. Det har visat sig att med hjälp av torkade och malda organiska material i allmänhet är det möjligt att åstadkomma pumpbara slam med en torrsubstanshalt av upp till ca 35 vikt% TS. Vid spannmål, spannmålsrens och

30 pellets av spannmålsrens är det möjligt att åstadkomma pumpbara slam med en torrsubstanshalt av upp till 45 vikt% TS. Den höga torrsubstanshalten har flera fördelar. Dels behöver endast lite vatten tillsättas. Vattenförbrukningen blir således låg och uppehållstiden i

35 reaktorn blir lång, vilket ger en god utröttningsgrad. En ytterligare fördel med låg vattentillsats är att det alstrade rötslammet kommer att ha en hög torrsubstanshalt

2002-00-14

Huvudkontoret Kungälv

9

vilket underlättar hantering, minskar kostnader för transport och ökar rötslammets värde som gödselmedel. Den höga torrsubstanshalten minskar också det pumparbete som åtgår för att pumpa in slammet i reaktorn och gör att

5 förblandningstank, pumpar och ledningar kan dimensioneras för mindre flöden. En fördel med att utnyttja väsentligen rent vatten vid tillblandning av slammet är att blandningen av slammet kan utföras i en öppen förblandningstank. Detta gör tanken billig att tillverka och enkel att

10 övervaka. Det har visat sig att slammet lämpligen bör ha en torrsubstanshalt av 15-45 vikt% TS, än mer föredraget 15-40 vikt% TS och mest föredraget 25-35 vikt% TS. Vid jämförelse med rötning av exempelvis kogödsel enligt känd teknik, där torrsubstanshalten i infört slam är endast ca

15 6-8 vikt% TS, kan vid uppfinningen med samma uppehållstid i reaktorn utvinnas samma mängd biogas ur en reaktor som har endast ca en fjärdedel av den volym som krävs vid rötningen enligt den kända tekniken.

Ett annat föredraget sätt att framställa ett slam är

20 att ta ut rötslam från reaktorn och blanda detta med det torkade och malda organiska materialet i en förblandningstank till ett slam som sedan införs i reaktorn. En fördel med att utnyttja rötslam är att inget vatten utöver den lilla mängd restfukt som finns i det torkade

25 organiska materialet behöver tillsättas. Upphållstiden i reaktorn blir därför lång. Eftersom rötslammet innehåller bakterier kommer en viss alstring av biogas att ske redan i förblandningstanken, som lämpligen har en uppehållstid av ca 5-50 min. Av detta skäl bör förblandningstanken

30 vara en väsentligen gastät behållare som kontinuerligt avluftas för att undvika att explosiva gasblandningar alstras då bildad biogas och luft som följer med det malda materialet blandas. Det är önskvärt att minimera den energi som förbrukas för att pumpa rötslam till

35 förblandningstanken och för att pumpa det av torkat organiskt material och rötslam beredda slammet till reaktorn. Såsom nämnts ovan medger det torkade organiska

5 materialet beredning av pumpbara slam med mycket hög torrsubstanshalt. Det har visat sig att slammet lämpligen bör ha en torrsubstanshalt av 15-45 vikt% TS, än mer föredraget 15-40 vikt% TS och mest föredraget 25-35 vikt% TS. Av torrsubstanshalten i slammet härrör ca 3-6 vikt% TS från rötslammet varför den mängd slam som, vid given torrsubstanshalt i det bildade slammet och given mängd torkat organiskt material, måste pumpas till reaktorn blir något större jämfört med ovan beskrivna blandning med rent vatten.

Det har visat sig att ett torkat och malt organiskt material och i synnerhet torkade och malda lantbruksprodukter är mycket lämpliga för ökning av biogasproduktionen i befintliga rötningsanläggningar. Det finns ett stort antal befintliga rötningsanläggningar som rötar exempelvis kogödsel, slakteriavfall, källsorterat hushållsavfall (komposterbara delen), livsmedelsavfall och slam från avloppsreningsanläggningar. Syftet med dessa befintliga anläggningar är vanligen att undanskaffa ett svårhanterligt avfall. Dessa anläggningar rötar ofta ett material med låg torrhalt och lågt energiinnehåll per ton avfall. Följden blir att produktionen av biogas blir liten. Det bildade rötslammet har en låg torrrsubstanshalt och är därför svårhanterligt. Enligt uppfinningen tillföres ett torkat och malt organiskt material till en sådan anläggning. Det torkade och malda materialet tillför mycket lite vätska till den befintliga anläggningen. Detta har den fördelen att uppehållstiden i den befintliga reaktorn inte minskar nämnvärt. Således kommer utrötningsgraden, dvs den andel av det införda materialet som omvandlas under rötningsprocessen, inte att minska. Det tillförda torkade och malda organiska materialet har ett högt energiinnehåll per kg och kommer att öka biogasproduktionen väsentligt i anläggningen. Torrhalten i det bortförda rötslammet ökar tack vare att mer material införs i reaktorn. Detta gör rötslammet enklare

Ekt. Patent och varumärket

S-95-14

Kasson

att hantera. Det införda torkade, organiska materialet kommer även att öka näringsvärdet i rötslammet så att detta får ett större värde som gödselmedel. Den extra näring som tack vare det torkade organiska materialet

5 tillförs de biogasalstrande bakterierna kan göra bakterierna aktivare genom samrötning, dvs att de rötade materialens näringsämnen kompletterar varandra, vilket kan leda till en ökad utröttningsgrad. Den extra ut-

10 rustning som krävs för att på ovan nämnda sätt effektivisera en befintlig rötningsprocess är enkel tack vare att det torkade materialet är lätt att hantera. Sålunda kan med hjälp av uppfinningen biogasproduktionen ökas och rötslammets hanterbarhet förenklas och dess värde ökas i en befintlig rötningsanläggning. Det inses att det

15 torkade organiska materialet även kan utnyttjas vid anläggningar som från början byggs för att röta torkat och malt organiskt material tillsammans med ett annat organiskt material, som exempelvis kan vara vattenreningsslam, kogödsel eller något avfall, som önskas

20 bortskaffas.

Vid den typ av anläggningar där det torkade organiska avfallet utnyttjas för att öka effektiviteten i en befintlig anläggning blandas det torkade och malda organiska materialet lämpligen med en vätska till ett

25 slam som sedan införes i reaktorn. Åtminstone 10 vikt% av den totalt tillförda torrsubstansen bör härröra från det torkade och malda organiska materialet, dvs vid 1 ton TS som införs till reaktorn bör åtminstone 100 kg vara TS som härrör från det torkade organiska materialet. Än

30 mer föredraget bör åtminstone 30 vikt% av den totalt tillförda torrsubstansen härröra från det torkade och malda organiska materialet. Det är önskvärt att undvika att stora mängder slam pumpas runt i anläggningen. Ett cirkulerande av stora mängder slam leder till ökad

35 energiförbrukning och kan också orsaka störningar i rötningsprocessen. Således är det lämpligt att åstadkomma ett slam som har relativt hög torrsubstanshalt. Slammet

kan alstras på ett flertal olika sätt. Ett föredraget
sätt är att ta ut rötslam från reaktorn och blanda detta
med det torkade och malda organiska materialet i en
förblandningstank. Det i förblandningstanken bildade
5 slammet införs sedan i reaktorn. Detta har den fördelen
att inget extra vatten utöver den mindre mängd restfukt
som finns i det torkade organiska materialet tillförs
reaktorn. Ett annat föredraget sätt är att blanda det
torkade organiska materialet med det organiska materialet
10 av annan typ, dvs kogödseln, vattenreningsslammet etc,
som också rötas i reaktorn. Detta sätt är ofta mycket
kostnadseffektivt i det att en befintlig tank kan ut-
nyttjas som förblandningstank. Inte heller vid detta sätt
tillsätts något extra vatten utöver den mindre mängd
15 restfukt som finns i det torkade organiska materialet.
Ett ytterligare sätt är att i en separat förblandnings-
tank blanda det torkade organiska materialet med rent
vatten. Detta ökar dock den mängd vatten som tillförs den
reaktor där det torkade organiska materialet rötas samman
20 med ett organiskt material av annan typ, såsom kogödsel,
vattenreningsslam. I de fall rent vatten ändå måste
tillföras reaktorn av något skäl kan detta vatten
lämpligen utnyttjas för beredning av slammet med hög
torrsubstanshalt.

25

Rötningen utföres lämpligen som en kontinuerlig
eller semi-kontinuerlig process, med hjälp av en
tankreaktor, vilken nedan skall beskrivas mer i detalj,
eller med hjälp av en tubreaktor, även kallad plugg-
30 flödesreaktor. I en första ände av tubreaktorn införs
torkad grönmassa, företrädesvis i form av pellets, och en
bakteriekultur, som exempelvis kan föreligga i form av
återfört rötslam, varvid rötslam och biogas tas ut i en
andra ände av tubreaktorn, vilken andra ände är belägen
35 nedströms tubreaktors första ände. Förfarandet kan även
genomföras i en satsreaktor.

Tekn. Föreläsningsnotiser

1982-11-14

K. W. S. K. K.

13

För att den anaeroba rötningen skall fungera är det nödvändigt att ingen luft kommer i kontakt med slammet under rötning. En reaktor för användning vid sättet enligt uppfinningen måste således vara lufttät. Reaktorn förses med inlopp för slam berett av torkat och malt organiskt material och utlopp för rötslam och biogas vilka in- och utlopp är så utformade att ingen luft kan komma in i reaktorn.

Torkad och mald grönmassa rötas lämpligen under en genomsnittlig uppehållstid av ca 5-100 dygn, företrädesvis ca 40-60 dygn. Vid längre uppehållstid förbättras utröttningsgraden något, men samtidigt minskar den mängd organiskt material som kan införas i reaktorn.

Rötningen sker vid en temperatur av 30-65°C. En högre temperatur innebär vanligen en snabbare rötning. Samtidigt ökar uppvärmningskostnaderna och den tid som man har till sitt förfogande för att hinna rätta till eventuella problem i processen minskar. Vissa bakteriekulturer har även ett produktionsmaxima som ligger lägre än ovan nämnda övre temperaturintervall. Det har därför visat sig att en temperatur i intervallet 36-40°C är speciellt föredragen vid föreliggande uppfinning. Det är lämpligt att göra en avvägning mellan uppehållstid, temperatur och röttningsgrad och använda den mest ekonomiska kombinationen av dessa faktorer.

Vid rötning i en tankreaktor är torrsubstanshalten för det i reaktorn befintliga rötslammet lämpligen ca 4-30 vikt% TS, företrädesvis ca 5-10 vikt% TS. Vid en omrörd och kontinuerligt arbetande tankreaktor kommer det från reaktorn avlägsnade rötslammet att ha väsentligen samma torrsubstanshalt som det i reaktorn befintliga rötslammet.

Vid igångsättning av förfarandet införes vanligen en aktiv bakteriekultur i reaktorn. Denna bakteriekultur kan till exempel utgöras av rötslam från en parallell röttningsanläggning, rötslam från ett kommunalt avloppsreningsverk eller kogödsel. Då bakteriekulturen tillväxer

kan en allt större mängd av slammet av torkat och malt organiskt material tillföras reaktorn. En alltför snabb ökning av mängden tillfört organiskt material undviks genom att man med korta intervall mäter halten av

5 flyktiga fettsyror i rötslammet och tillser att halten flyktiga fettsyror hålls på en önskvärt låg nivå genom reglering av tillförseln av organiskt material.

Sättet enligt uppfinningen kan utföras i flera seriekopplade reaktorer. Speciellt fördelaktigt är dock

10 att genomföra den anaeroba rötningen i ett enda steg, eftersom detta sparar apparat- och underhållskostnader.

Beskrivning av föredragna utföringsformer

Fig 1 visar en första utföringsform av en anordning

15 1 för framställning av biogas. Anordningen 1 har en behållare i form av en väsentligen gastät reaktor 2. Reaktorn 2 har ett inlopp 4 för organiskt material, ett utlopp 6 för bildad biogas och ett utlopp 8 för bildat rötslam. En omrörare 10 håller det i reaktorn befintliga

20 materialet omrört.

Spannmål, som torkats till en torrsubstanshalt av 92 vikt% TS, förs från en ej visad förvaringssilo via en matningsledning 12 till en kvarn 14. I kvarnen 14 mals spannmålen till en genomsnittlig storlek av cirka 1 mm.

25 Den malda spannmålen matas via en matningsledning 16, som exempelvis kan utgöras av en skruvtransportör, till en förblandningstank 18. Förblandningstanken 18, som är en öppen tank, har en långsamgående omrörare 20. Omröraren 20 är av typen roterande skrapa och kan lämpligen likna

30 de omrörare som utnyttjas i bageriindustrin för beredning av bakdeg. En vattentillförselledning 22 är anordnad att mata väsentligen rent processvatten till förblandningstanken 18. Ett styrsystem 24 är anordnat att satsvis mata vatten via ledningen 22 och mald spannmål via ledningen

35 16 till förblandningstanken 18 i ett sådant förhållande att en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS erhålles i förblandningstanken 18. Lämpligen utnyttjas en (ej visad)

Patentförordningen
Sida 14
Sida 14

15

vågcell, som anordnas under förblandningstanken 18, för att styra tillsättningen av vatten och spannmål till förblandningstanken 18. Då ett slam av spannmål och vatten har blandats till jämn konsistens i förblandningstanken 18 pumpas slammet via en ledning 26 av en pump 28 till reaktorns 2 inlopp 4 och in i reaktor 2. För att åstadkomma en jämn vätskevolym i reaktor 2 pumpas en motsvarande mängd rötslam ut via utloppet 8.

Fig 2 visar en annan utföringsform av uppfinningen i form av en anordning 100. Anordningen 100 har en väsentligen gastät behållare i form av en reaktor 102 som har inlopp 104 för organiskt material, utlopp 106 för bildad biogas, utlopp 108 för bildat rötslam och omrörare 110 av väsentligen samma utförande som de i fig 1 visade.

Torkad och pelleterad grönmassa leds från en ej visad förvaringssilo via en matningsledning 112 till en kvarn 114. I kvarnen 114 mals pelletten till en genomsnittlig storlek av cirka 1 mm. Den malda pelletten matas via en matningsledning 116 till en förblandningstank 118. Förblandningstanken 118, som är en väsentligen gastät behållare, har en långsamgående omrörare 120. En vätsketillförselledning 122 är anordnad att med hjälp av en ledning 123 och en pump 125 mata rötslam från reaktor 102 till förblandningstanken 118. Ett styrsystem 124 är anordnat att satsvis mata rötslam via ledningen 122 och mald pellet via ledningen 116 till förblandningstanken 118 i ett sådant förhållande att en torrsustanshalt av åtminstone 15 vikt% TS erhålles i förblandningstanken 118. Då ett slam berett av pellet och rötslam har blandats till jämn konsistens i förblandningstanken 118 pumpas slammet via en ledning 126 av en pump 128 till reaktorns 102 inlopp 104 och in i reaktor 102. För att åstadkomma en jämn vätskevolym i reaktor 102 pumpas en motsvarande mängd rötslam ut via utloppet 108. I förblandningstanken 118 kommer en viss mängd biogas att utvecklas under blandningsförfarandet. En gasledning 130 bortför denna gas, som består av en blandning av bildad

biogas och den luft som oavsiktligt tillförts via matningsledningen 116, till ett biofilter (ej visat) som bryter ned metan och luktande gaser. I den mån det är nödvändigt för att kunna hålla TS-halten i reaktorn 102 på önskad nivå kan rent processvatten tillföras för att späda ut slammet i reaktorn. Detta processvatten kan antingen tillföras förblandningstanken 118 via en ledning 132 eller direkt till reaktorn 102 via en ledning 134.

Fig 3 visar schematiskt en tredje utföringsform av uppfinningen i form av en anordning 200. Pumpar och omrörare visas inte i fig 3, men det inses att sådana utnyttjas på väsentligen motsvarande sätt som visats i fig 1 och 2. Anordningen 200 rötter en blandning av kogödsel, som tillförs en blandningstank 240 via en ledning 242 och slakteriavfall som tillförs blandningstanken 240 via en ledning 244. Blandningstanken 240 är en sluten tank som via en gasledning 243 avluftas till ett (ej visat) biofilter, som bryter ned metan och luktande gaser. Den blandning som åstadkommit i blandningstanken 240 leds via en ledning 246 till en hygieniseringstank 248 där blandningen upphettas till minst 70°C i åtminstone 1 h i syfte att döda harmfula bakterier. Den hygieniserade blandningen, som har en torrsubstanshalt av ca 4-12 vikt% TS leds via en ledning 250 från hygieniseringstanken 248 till en reaktor 202, som är av liknande slag som den reaktor 102 som beskrivits ovan och således bland annat har ett utlopp 206 för bildad biogas och ett utlopp 208 för bildat rötslam.

I syfte att förbättra biogasproduktionen i anordningen 200 matas torkad spannmål via en matningsledning 212 till en kvarn 214 där spannmålen mals till en genomsnittlig storlek av cirka 1 mm. Via en matningsledning 216 matas den malda spannmålen till en förblandningstank 218, som är av väsentligen samma typ som beskrivits ovan avseende förblandningstanken 118. En vätsketillförselledning 222 är anordnad att mata rötslam från reaktorn 202 till förblandningstanken 218. Ett

styrssystem 224 är anordnat att satsvis mata rötslam via ledningen 222 och mald spannmål via ledningen 216 till förblandningstanken 218 i ett sådant förhållande att en torrsustanshalt av 35 vikt% TS erhålles i förblandnings-
 5 tanken 218. Då ett slam berett av spannmål och rötslam har blandats till jämn konsistens i förblandningstanken 218 pumpas slammet från förblandningstanken 218 till reaktorn 202 via ett inlopp 204. En gasledning 230 bortför gas, som alstras vid blandningen i förblandnings-
 10 tanken 218, till ett biofilter (ej visat) som bryter ned metan och luktande gaser.

Fig 4 visar schematiskt en fjärde utföringsform av uppfinningen i form av en anordning 300. Pumpar och omrörare visas inte i fig 4, men det inses att sådana
 15 utnyttjas på väsentligen motsvarande sätt som visats i fig 1 och 2. Anordningen 300 rötter kogödsel och köttavfall. Kogödseln och köttavfallet matas via ledning 322 respektive ledning 323 till en väsentligen gastät tank 318 och blandas.

20 I syfte att förbättra biogasproduktionen i anordningen 300 matas torkad och pelleterad grönmassa via en matningsledning 312 till en kvarn 314 där pelleten mals till en genomsnittlig storlek av cirka 1 mm. Via en matningsledning 316 matas den malda pelleten till tanken
 25 318, som i anordningen 300 således utnyttjas som förblandningstank och är av väsentligen samma typ som beskrivits ovan avseende förblandningstanken 118. I förblandningstanken 318 kommer en viss mängd biogas att utvecklas under blandningsförfarandet. En gasledning 330
 30 bortför gas, som består av en blandning av bildad biogas, luft, som oavsiktligt tillförts via matningsledningen 316, samt gaser alstrade av kogödseln och köttavfallet, från tanken 318 till ett biofilter (ej visat) som bryter ned metan och luktande gaser. Ett styrssystem 324 är
 35 anordnat att satsvis mata kogödsel och köttavfall via ledningarna 322, 323 och mald pellets via ledningen 316 till förblandningstanken 318 i ett sådant förhållande att

en torrsustanshalt av åtminstone 15 vikt% TS erhålles i förblandningstanken 318. Då mald pellet, gödsel och köttavfall har blandats till ett slam med jämn konsistens i förblandningstanken 318 pumpas detta slam från för-
5 blandningstanken 318 via en ledning 326 till en hygieniseringstank 348 där slammet upphettas till minst 70°C i åtminstone 1 h i syfte att döda de harmfula bakterier som eventuellt kan förekomma i slakteriavfallet. Det hygieniserade slammet pumpas från
10 hygieniseringstanken 348 via ett inlopp 304 in i en reaktor 302, som är av liknande slag som den reaktor 2 som beskrivits ovan och således bland annat har ett utlopp 306 för bildad biogas och ett utlopp 308 för bildat rötslam.

15

Det inses att en mängd variationer av de ovan beskrivna utföringsformerna är möjliga inom uppfinningens ram, såsom den definieras av de efterföljande patentkraven.

20

Exempel 1.

Vid ett försök med rötning av spannmål utnyttjades en försöksanordning 400, som visas i fig 5, vilken anordning 400 hade en gastät glasreaktor 402 med en volym
25 av 5 liter. Vätskevolymen i reaktorn 402 hölls konstant på 3 liter. En propelleromrörare 410 (med ett varvtal av 300 rpm) utnyttjades för att åstadkomma fullständig omrörning i reaktorn 402. En ledning 406 ledde bildad gas från reaktorn 402 till en gasmätare 412, som mätte
30 volymen bildad gas. En tät glasgenomföring 404 utnyttjades för satsvis tillförsel av spannmål och intermittent bortförande av bildat rötslam. Ett ej visat tempererat rum utnyttjades för att hålla temperaturen i glasreaktorn 402 konstant vid 37°C.

35

Vid starten av försöket infördes 3 liter rötslam från en fullskalig rötningsanläggning i reaktorn 402. Det

slam som rötades i den fullskaliga anläggningen hade det ursprung som framgår av tabell 1.

Tillförd produkt	Volymsandel
	%vol
Gödsel	5,4
Slakteriavfall	72,7
Övrigt*	21,9
Summa:	100

* i "Övrigt" ingår framförallt avfall från

5 livsmedelsproduktion och avfall från storkök

Tabell 1. Ursprung för material i fullstor anläggning.

Vid starten av försöket fanns således i reaktorn 402 ett
aktivt rötslam innehållande en aktiv kultur av biogas-
10 alstrande bakterier.

Varje dygn satsades 10 g spannmål i reaktorn 402.
Spannmålen bestod av 50% råg och 50% vete och förelåg i
form av hela och rensade korn. Spannmålen maldes i en
laboratoriëkvärn av typen Retsch Mühl typ SR2 från Retsch
15 GmbH, DE, till en storlek av ca 1 mm. Torrsubstanshalten
på den malda spannmålen var 91,6 vikt% TS och VS-halten
var 96,7 vikt% VS. Således satsades varje dygn 8,68 g VS
vilket motsvarade ca 3 g VS per liter reaktorvätska och
dygn. Den malda spannmålen blandades med 18 ml vatten
20 till en substratblandning med en torrsubstanshalt av 35
vikt% TS och en volym av 25 ml. Av praktiska skäl var det
nödvändigt att spåda ut substratblandningen med rötslam
för att med hjälp av en spruta kunna införa den i
reaktorn 402 via den täta glasgenomföringen 404. Av detta
25 skäl togs 100 ml rötslam per dygn. 75 ml av detta
rötslam blandades med substratblandningen och infördes
samman med substratblandningen i reaktorn 402. De
återstående 25 ml av rötslammet kastades för att hålla
volymen i reaktorn 402 konstant. Uppehållstiden i
30 reaktorn blev med ovan beskrivna satsning 120 dygn.

I fig 6 visas produktionen av biogas i enheten Nm³
gas per tillsatt ton VS och dygn som funktion av antalet

- dygn efter start. Såsom framgår av fig 6 är produktionen till en början något ojämn. Från och med dygn 50 har systemet kommit i jämvikt. Såsom framgår av fig 6 är den genomsnittliga produktionen av biogas från dag 50 till
- 5 dag 70 ca 700 Nm³ biogas per ton VS och dygn, varvid "Nm³" avser m³ gas vid 0°C och 1,013*10⁵ Pa, och "ton VS per dygn" avser den mängd VS som satsas per dag. Räknet på den satsade spannmålen var den genomsnittliga produktionen 616 Nm³ biogas per ton spannmål och dygn.
- 10 Räknet på torrsubstanshalten för satsad spannmål blev den genomsnittliga produktionen 673 Nm³ biogas per ton TS och dygn. Den producerade biogasen samlades upp med jämna mellanrum och analyserades med avseende på metanhalt. Vid stabil produktion var metanhalten 49-51 %. I fig 6 visas
- 15 även pH i reaktorvätskan under försöket. Med undantag för vissa störningar låg pH relativt stabilt i intervallet pH 7.3-7.5. Det uttagna rötslammet hade en torrsubstanshalt av 6,6 vikt% TS och en VS-halt av 89,4 vikt% VS, vilket motsvarade en utrötningsgrad av 83%.
- 20 Fig 7 visar halten av flyktiga fettsyror i röt-slammet som funktion av antalet dagar från start. Såsom framgår varierar halterna av de olika fettsyrorna mycket under försökets första 50 dygn. Under dygn 50-70 stabiliseras halterna. En förklaring till detta är att
- 25 det tar tid för bakteriekulturen, som härrör från rötning av huvudsakligen animaliskt avfall, att anpassa sig till spannmålen. Det förekom även vissa försöksrelaterade problem under försökets inledning. Kring dygn 70 är halterna av samtliga fettsyror låga, vilket tyder på att
- 30 rötningsprocessen är effektiv och fungerar stabilt.

Exempel 2

- En anordning 400 av den typ som beskrivits ovan utnyttjades för försöket. Vid försökets start satsades 3
- 35 liter rötslam från den ovan nämnda fullskaliga anläggningen. Rötslammets ursprung framgår således av tabell 1 ovan.

Det substrat som tillfördes reaktorn 402 utgjordes av spannmål och vall. Spannmålen bestod av 50% råg och 50% vete och förelåg i form av hela och rensade korn. Spannmålen maldes i ovan nämnda laboratoriekvarn till en storlek av ca 1 mm. Torrsubstanshalten på den malda spannmålen var 91,6 vikt% TS och VS-halten var 96,7 vikt% VS. Vallen bestod av en blandning av klöver och gräs och hade en torrsubstanshalt av 30,8 vikt% TS och en VS-halt av 92,2 vikt% VS.

5 Fyra dagar per vecka tillsattes endast mald spannmål till reaktorn 402. Tillsatsen av spannmål var då 11,1 gram, vilket motsvarade 10 g VS. Tillsatsen av spannmål gjordes medelst blandning av spannmål och vatten till en torrsubstanshalt av 35 vikt% TS på liknande sätt som 15 beskrivs i exempel 1.

Övriga tre dagar per vecka tillsattes både spannmål och vall enligt följande: 300 ml rötslam togs ut ur reaktorn 402 och blandades under ca 1 minut med 25 g vall, vilket motsvarade 7 g VS, i en matmixer. 3,3 g mald spannmål, vilket motsvarade ca 3 g VS, blandades med 6 20 ml vatten till en blandning med 35 vikt% TS. Denna spannmålsblandning sattes till vallblandningen i matmixern varefter den samlade blandningen infördes i reaktorn 402 via glasgenomföringen 404. En viss mängd 25 rötslam, ca 20 ml, togs ut och kastades varje dygn för att hålla volymen i reaktorn konstant. Räknat som ett genomsnitt under hela försöket tillsattes således 10 g VS per dygn, vilket motsvarade 3,3 g VS per liter reaktorvåtska och dygn, varav 7 g VS per dygn var 30 spannmål och 3 g VS per dygn var vall. Uppehållstiden i reaktorn 402 var ca 150 dygn.

I fig 8 visas produktionen av biogas per dygn i enheten Nm³ biogas per tillsatt ton VS och dygn som funktion av antalet dygn efter start. Såsom framgår av 35 fig 8 har systemet ännu efter 40 dygn inte stabiliserats. Det kan dock utläsas av fig 8 att den genomsnittliga produktionen av biogas från dag 32 till dag 39 var ca 561

Nm³ biogas per ton VS och dygn. Räknat på satsad spannmål och vall var den genomsnittliga produktionen 505 Nm³ biogas per ton spannmål+vall och dygn. Räknat på torrsubstanshalten för satsad spannmål och vall blev den
5 genomsnittliga produktionen 541 Nm³ biogas per ton TS och dygn. Den producerade biogasen samlades upp med jämna mellanrum och analyserades med avseende på metanhalt. Vid försökets slut var metanhalten 50-51 %. I fig 8 visas även pH i reaktorvätskan under försöket. Med undantag för
10 vissa störningar låg pH relativt stabilt i intervallet pH 7.5-7.8. Det uttagna rötslammet hade en torrsubstanshalt av 6,3 vikt% TS och en VS-halt av 83,9 vikt% VS. Halterna av flyktiga fettsyror var ungefär de samma som vid exempel 1, även om stabilitet ännu inte hade nåtts efter
15 40 dygn.

Av resultaten i exempel 2 framgår att även en så pass måttlig inblandning som 30% (räknat på satsad mängd VS per dygn) av ej torkad vall kraftigt försämrar gasproduktionen i reaktorn jämfört med om enbart spannmål
20 rötas, som vid exempel 1. En orsak till detta kan vara att uttaget av så mycket som 300 ml rötslam för blandning med vall i matmixern har stört processen i reaktorn.

Exempel 3

25 En anordning 400 av den typ som beskrivits ovan utnyttjades för försöket. Vid försökets start satsades 3 liter rötslam från den ovan nämnda fullskaliga anläggningen. Rötslammets ursprung framgår således av tabell 1 ovan.

30 Varje dygn satsades 10 g pelleterat spannmålsrens i reaktorn 402. Spannmålsrenset bestod huvudsakligen av skal, strån och kasserade korn. Spannmålsrenset hade först torkats i ugn och sedan pelleterats i en pelleteringsmaskin. Pelleten maldes i ovan nämnda
35 laboratoriekvarn till en storlek av ca 1 mm. Torrsubstanshalten på den malda pelleten var 88,6 vikt% TS och VS-halten var 96,5 vikt% VS. Således satsades

varje dygn 8,55 g VS vilket motsvarade knappt 3 g VS per liter reaktorvåtaka och dygn. Den malda pelleten blandades med 18 ml vatten till en substratblandning med en torrrsubstanshalt av 35 vikt% TS och en volym av 25 ml.

5 Av praktiska skäl var det nödvändigt att spåda ut substratblandningen för att med spruta kunna införa den i den tätta glasgenomföringen 404. Av detta skäl uttogs 100 ml rötslam per dygn. 75 ml av detta rötslam blandades med substratblandningen och infördes samman med substrat-

10 blandningen i reaktorn 402. De återstående 25 ml av rötslammet kastades för att hålla volymen i reaktorn 402 konstant. Uppehållstiden i reaktorn blev med ovan beskrivna satsning 120 dygn.

I fig 9 visas produktionen av biogas per dygn i

15 enheten Nm^3 biogas per tillsatt ton VS som funktion av antalet dygn efter start. Såsom framgår av fig 9 är produktionen till en början något ojämn. Från och med dygn 50 blev produktionen stabil. Såsom framgår av fig 9 är den genomsnittliga produktionen av biogas från dag 50

20 till dag 70 ca 722 Nm^3 biogas per ton VS och dygn. Räknet på den satsade pelleten var den genomsnittliga produktionen 616 Nm^3 biogas per ton pellet och dygn. Räknet på torrrsubstanshalten för satsad pellet blev den genomsnittliga produktionen 697 Nm^3 biogas per ton TS och

25 dygn. Den framställda biogasen samlades upp med jämna mellanrum och analyserades med avseende på metanhalt. Vid stabil gasproduktion var metanhalten 51-53 %. I fig 9 visas även pH i reaktorvåtaskan under försöket. Med undantag för vissa störningar låg pH relativt stabilt i

30 intervallet pH 7.5-7.7. Det uttagna rötslammet hade en torrrsubstanshalt av 6,8 vikt% TS och en VS-halt av 85,9 vikt% VS. Halterna av fettsyror var generellt lägre än vid exempel 1, vilket understryker att driften vid försöket var mycket stabil.

35 Av fig 9 framgår således att produktionen av biogas var väsentligen lika stor som vid exempel 1. I tabell 2 nedan har produktionen av biogas vid de tre försöken

KLP Patent AB

2002-11-14

KLP Patent AB

sammanställts. Så som framgår åstadkoms vid försöket i exempel 2, där vall tillsattes, en betydligt lägre gasproduktion än vid försöken i exempel 1 och 3.

Exempel	Substrat	Biogasproduktion
		Nm3 biogas/(ton VS, dygn)
1	Spannmål	700
2	Spannmål+vall	561
3	Pelleterat spannmålsrens	722

5 Tabell 2. Sammanställning av försöksresultat

- Det visade sig under försöken att de av mald spannmål respektive pelleterat spannmålsrens framställda substratblandningarna med en torrsustanshalt av 35 vikt%
- 10 TS var klart pumpbara även om de inte kunde injiceras i glasreaktorn 402 med hjälp av en spruta. Med hjälp av mald spannmål kunde pumpbara substratblandningar med en torrsustanshalt av upp till 42 vikt% TS åstadkommas.

11.12.00 skickat

2000-10-14

11.12.00 skickat

25

PATENTKRAV

1. Sätt att framställa biogas genom anaerob rötning
5 av ett organiskt material, k ä n n e t e c k n a t av
att ett till en torrsubstanshalt av åtminstone 50
vikt% TS torkat och malt organiskt material blandas med
en vätska för att bilda ett slam,
att slammet bringas i kontakt med biogasalstrande
10 bakterier för rötning under anaeroba betingelser i en
reaktor (2; 102; 202; 302), och
att slammet rötas under alstring av biogas.
2. Sätt enligt krav 1, vid vilket torrsubstanshalten
är åtminstone 70 vikt% TS.
- 15 3. Sätt enligt något av krav 1 och 2, vid vilket det
organiska materialet först torkas och mals och sedan
pelleteras.
4. Sätt enligt krav 3, vid vilket det pelleterade
organiska materialet mals innan det blandas med vätskan.
- 20 5. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket
ett organiskt material av annan typ än förstnämnda
organiska material också rötas i reaktorn (202; 302),
varvid åtminstone 10 vikt% av den totala torrsubstans som
införs i reaktorn härrör från det torkade och malda
25 organiska materialet.
6. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket
den vätska med vilken det organiska materialet blandas är
väsentligen rent vatten.
7. Sätt enligt något av krav 1-5, vid vilket den
30 vätska med vilken det organiska materialet blandas
åtminstone delvis tas ut ur reaktorn (2; 102; 202; 302).
8. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket
slammet har en torrsubstanshalt av 15-45 vikt% TS.
9. Sätt enligt något av föregående krav, vid vilket
35 det torkade och malda organiska materialet utgörs av
torkad grönmassa, såsom torkade lantbruksprodukter.

Handwritten notes and stamps, including a date stamp "2002-14" and a signature.

10. Anordning för framställning av biogas genom anaerob rötning av ett organiskt material, vilken anordning (1; 100; 200; 300) innefattar en förslutbar, väsentligen gastät reaktor (2; 102; 202; 302), som har
- 5 ett inlopp (4; 104; 204; 304) för organiskt material och utlopp (6, 8; 106; 108; 206, 208; 306, 308) för bildad biogas och bildat rötslam, k ä n n e t e c k n a d av att anordningen (1; 100; 200; 300) innefattar en förblandningstank (18; 118; 218; 318) för blandning av
- 10 ett till en torrsubstanshalt av åtminstone 50 vikt% TS torkat och malt organiskt material med en vätska till ett slam och en matningsledning (4, 26; 104, 126; 204; 304) för matning av slammet till reaktorn (2; 102; 202; 302).

11. Anordning enligt krav 10, vid vilken en kvarn
- 15 (14; 114; 214; 314) är anordnad för malning av det torkade organiska materialet innan detta införes i förblandningstanken (18; 118; 218; 318).

12. Anordning enligt något av krav 10-11, vid vilken en tillförselledning (122; 222) är anordnad för
- 20 matning av vätska från reaktorn (102; 202) till förblandningstanken (118; 218).

Vertical text on the left margin, possibly a page number or reference code.

och reg. var. 14

SAMMANDRAG

Vid ett sätt att framställa biogas genom anaerob
5 rötning av ett organiskt material blandas ett till en
torrsubstanshalt av åtminstone 50 vikt% TS torkat och
malt organiskt material med en vätska för att bilda ett
slam. Slammet bringas i kontakt med biogasalstrande
bakterier för rötning under anaeroba betingelser i en
10 reaktor (102) under alstring av biogas.

En anordning (100) för framställning av biogas genom
anaerob rötning av ett organiskt material innefattar en
förslutbar, väsentligen gastät reaktor (102), som har ett
inlopp (104) för organiskt material och utlopp (106, 108)
15 för bildad biogas och bildat rötslam. Anordningen (100)
innefattar en förblandningstank (118) för blandning av
ett till en torrsubstanshalt av åtminstone 50 vikt% TS
torkat och malt organiskt material med en vätska till ett
slam och en matningsledning (104) för matning av slammet
20 till reaktorn (102).

25

30

35

Publiceringsbild: Fig 2

1/5

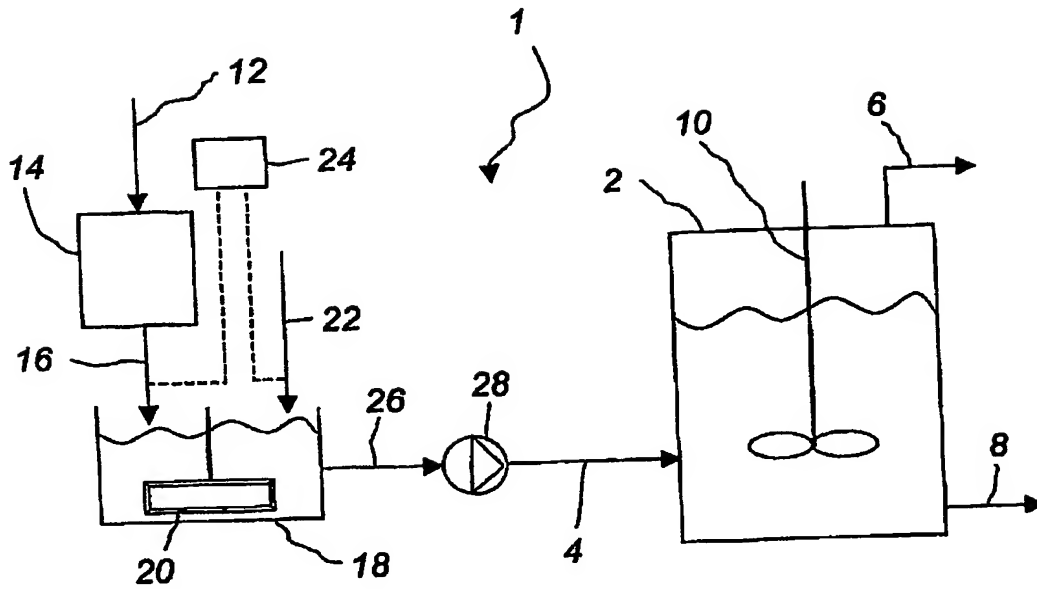


Fig. 1

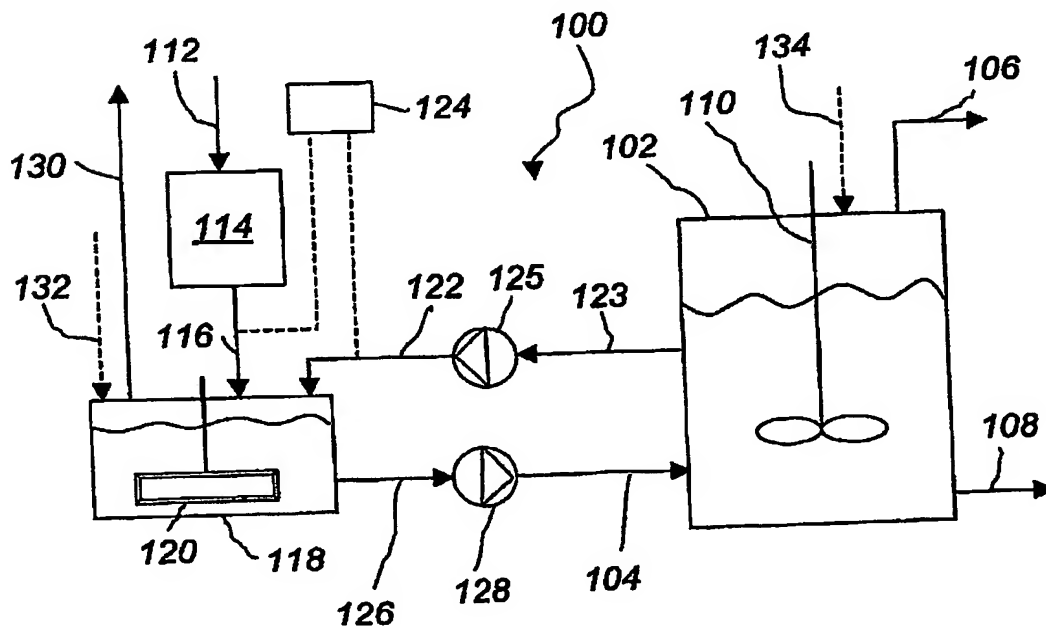


Fig. 2

Patentdokument
Nr. 14
in der Reihe

2/5

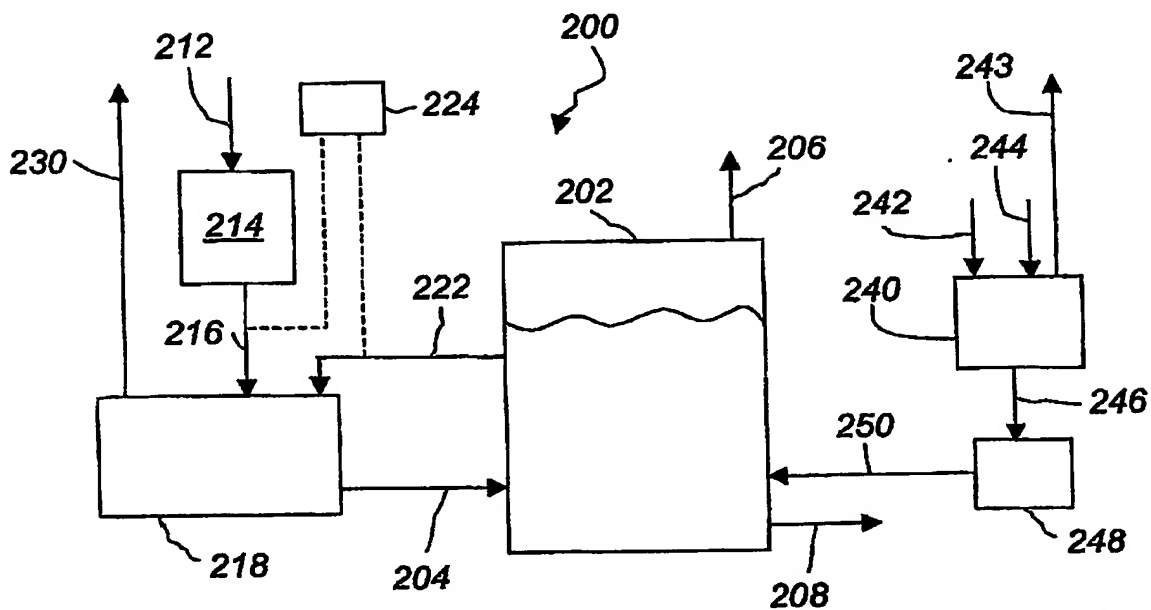


Fig. 3

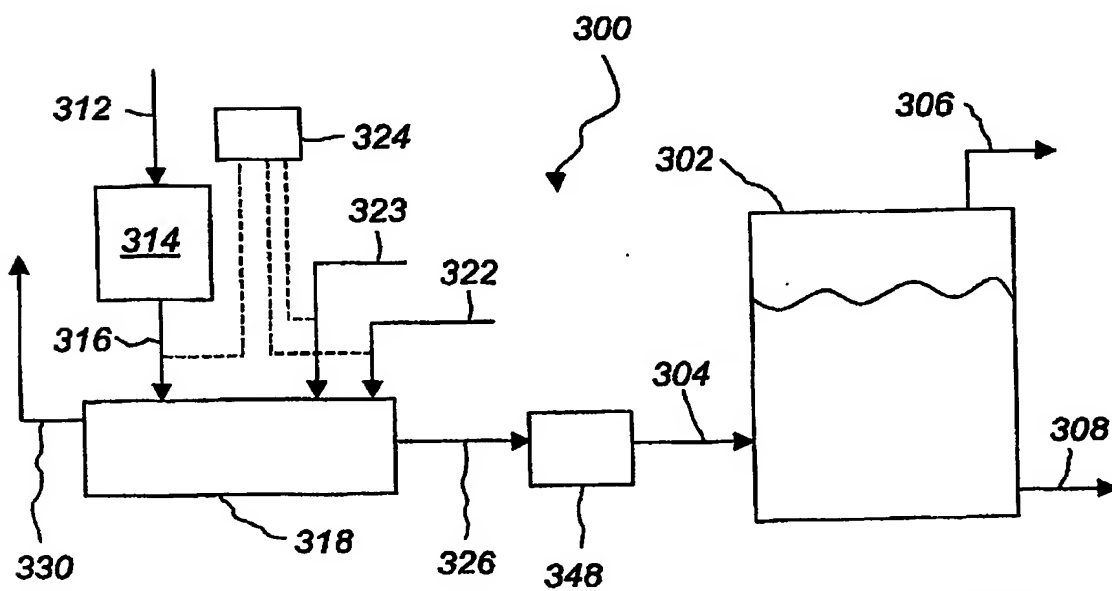


Fig. 4

12.12.14 och 12.12.14

12.12.14

12.12.14

3/5

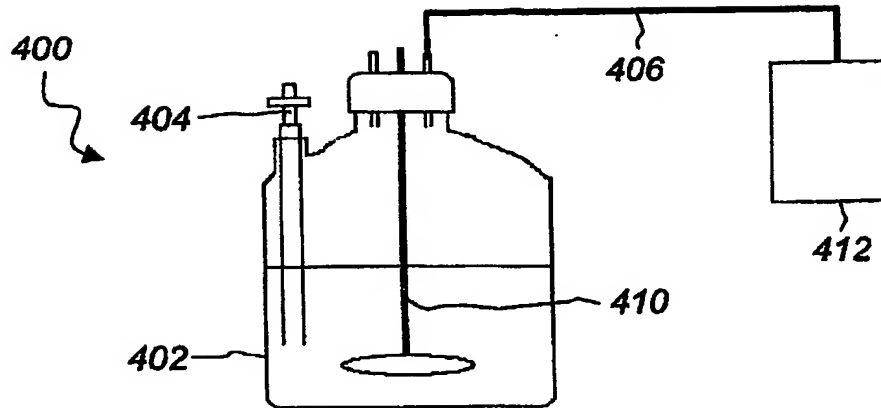


Fig. 5

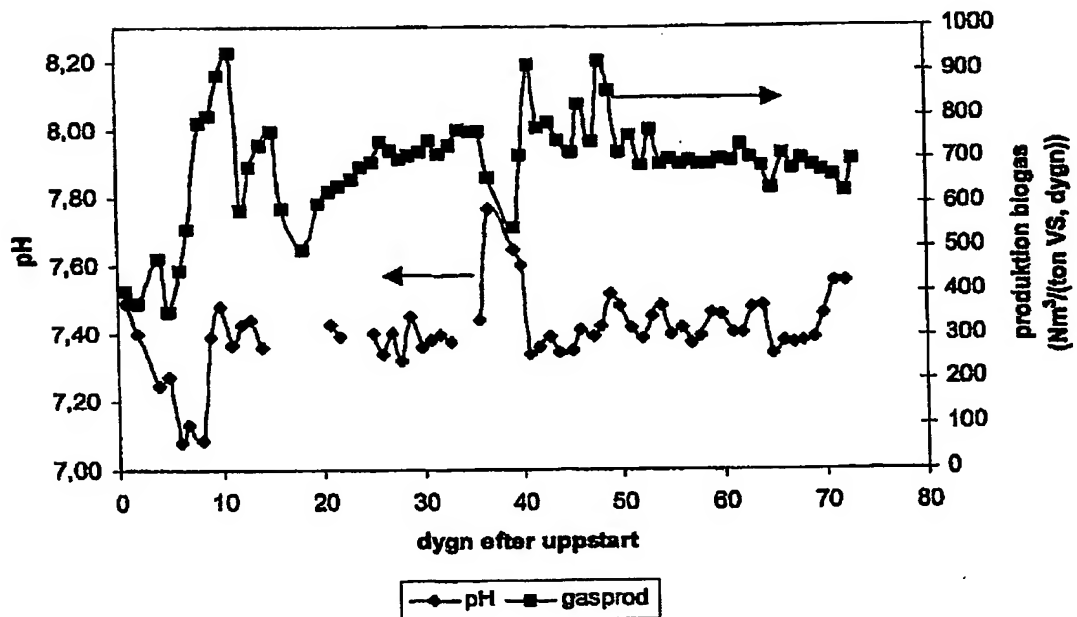


Fig. 6

4/5

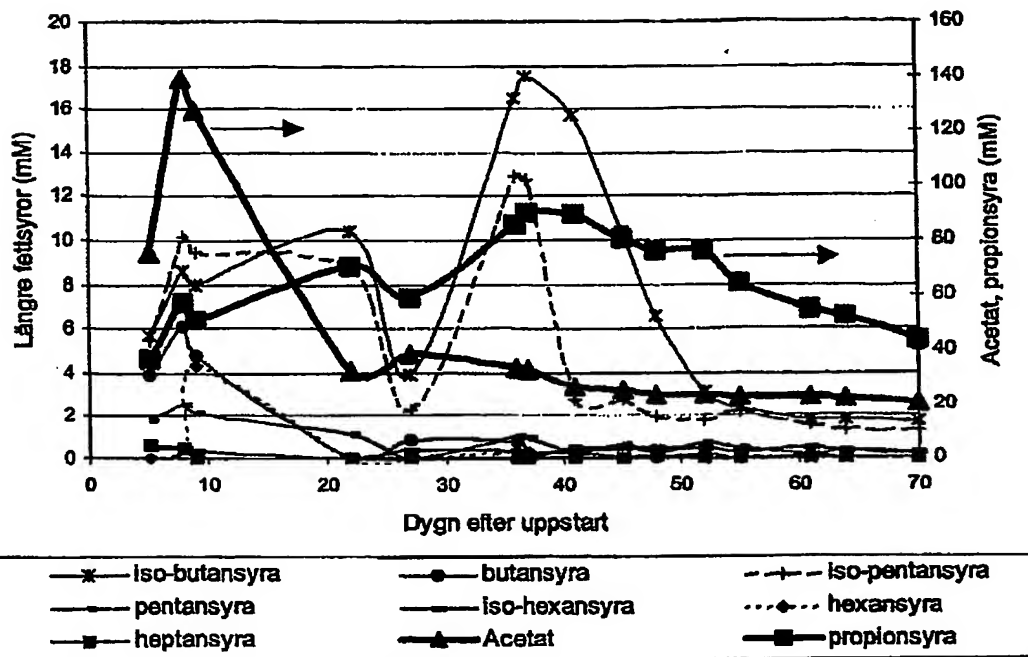


Fig. 7

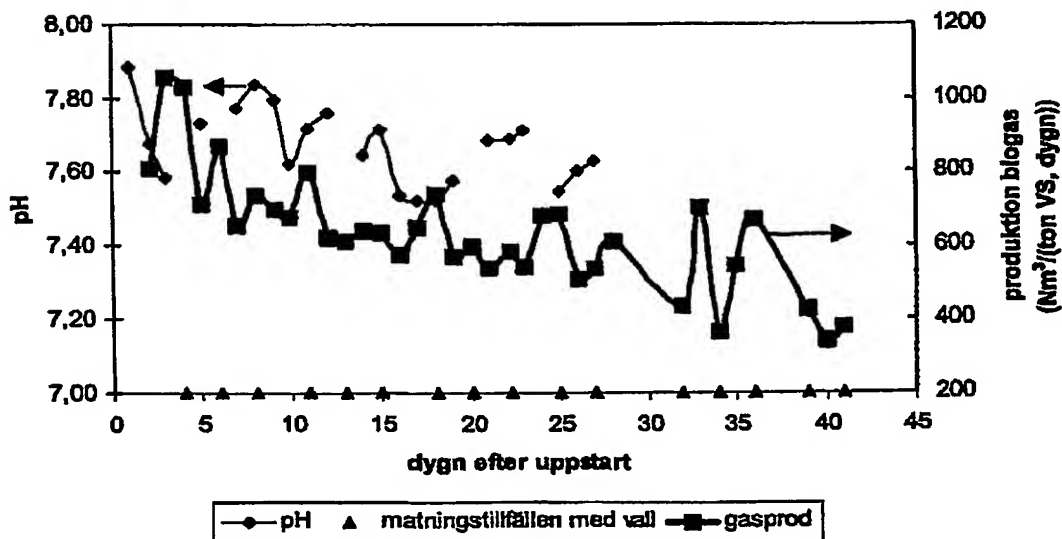


Fig. 8

5/5

Ink t. Patent (n) inget

2000-05-14

(Inventor)

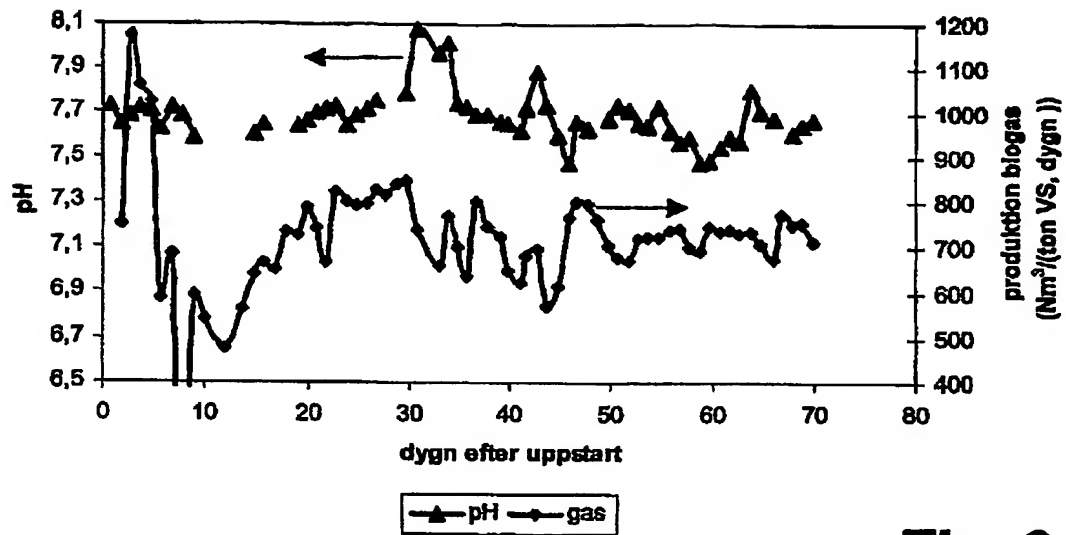


Fig. 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.